

# 利用CAD的内置“宏”解决水利水电施工测量成图问题

陈剑华 严匡柠

(武警水电第二总队第七支队)

**【摘要】** 介绍利用AutoCAD计算机辅助绘图软件所内置的VBA开发环境,结合手工绘图的一般习惯,采用VBA编制测量绘图宏语言的基本思路,以高效、经济地实现部分测量成图的自动化。

**【关键词】** 测量成图 AutoCAD VBA

## 1 问题的提出

对于水利水电工程施工测量的许多内业工作,诸如测量点展点、勾绘地形图及在地形图上剖切断面等工作,是几项颇为繁琐的测量成图内业工作。这些工作如利用手工来完成,在工作效率上以及在测量成图的精确上等各方面显然是无法满足现行的相关要求了。欲实现其成图工作的自动化,目前完全可以通过很多测量专业绘图软件来完成,然而这些专业软件价格却往往相当昂贵,且软件中大部分功能对于施工测量来说也纯属闲置。因此,高价购买一个使用率不是很高的软件用于施工测量绘图实属不经济。

不难发现,市场上许多测量专业绘图软件大部分是在AutoCAD的基础上开发的。实际上,AutoCAD自R14版本以来,先后提供了4种二次开发手段:AutoLISP、ADS、VBA和ObjectARX。其中VBA较为简单实用,且内嵌于其AutoCAD菜单“工具”的“宏”中,在该“宏”中的VBA开发环境下不难实现上述成图的自动化。

## 2 VBA环境下实现施工测量成图自动化的技术要点

### 2.1 展点

欲将测量点展入AutoCAD中,首先需对测量数据按一定要求进行整理,如是手工记录的数据,可在Microsoft Excel 2000/97中按列的方式依次输入各点的(x, y, h)三维坐标值,如为全站仪自动记录的数据,下载至计算机后将其数据按列粘贴至Excel中即可。数据整理后,存盘退出Excel,假定该数据文件名存为“C:\原始地形数据.xls”。

在AutoCAD“宏”中的VBA开发环境下,先打开该开发环境下的菜单“工具”→“引用”,在“引用”对话框中选中“Microsoft Excel 9.0 Object Library”,之后依次输入表1中代码,并运行该宏即可将上述测量点展入AutoCAD中。

### 2.2 勾绘等高线

测量点展入AutoCAD中后,即可采用所编制的“宏”进行等高线勾绘工作。该宏根据手工勾绘等高线的基本原理编制而成,由4个子宏组成,由于程序相对繁杂且代码较长,在此仅简要阐述该宏自动勾绘等高线的基本思路及部分源代码。其基本思路为先确定需勾绘等高线的边界范围,然后判断与每一边界线相邻的测量点,利用与边界最近的点与该边界线组成三角形,在该三角形内绘制等高线,并以该三角形的另两条边作为新的边界,从而逐渐缩小其边界范围。

#### (1) 确定需勾绘等高线的边界范围

确定边界是为了确保所有的等高线均在其范围内进行勾绘,同一组测量点数据可以作出

不同的边界范围，如图1 所示，显然右侧部分所生成的等高线范围比左侧部分小。因此，边界范围宜根据实际地形情况进行确定。

确定需勾绘等高线的边界范围主要源程序代码如表2所示。

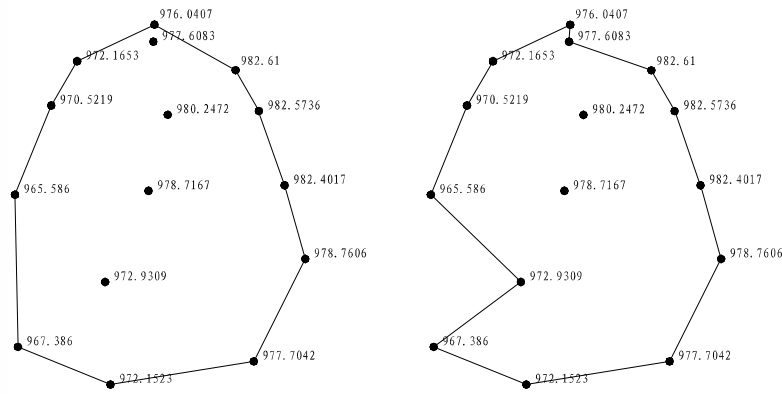


图 1

表1 展点程序代码及说明

代 码	说 明
Option Explicit	定义相关变量
Dim Excel As Excel.Application	
Dim book ,sheet,point,texts As Object	
Dim p(0 To 2) As Double	
Dim str As String: Dim i As Integer	
Sub zd()	启动Micosfot Excel2000/97
On Error Resume Next	
Set Excel = GetObject(, "excel.application")	
If Err Then	
Err.Clear: Set Excel = CreateObject("excel.application")	
If Err Then	
MsgBox Err.Description: Exit Sub	
End If	
End If	
Set book=Excel.Workbooks.Open("C:\原始地形数据.xls")	
Set sheet=book.Sheets(1)	自动打开保留在Excel中的测量数据，现假定该数据文件名为“C:\原始地形数据.xls”)
For i =1 To 200	
p(0)=sheet.Cells(i,2):p(1)=sheet.Cells(i,1):p(2)=sheet.Cells(i,3)	开始依次展入各测量点，假定有200个点，且各点数据位于Excel表格中的第1至200行中，其中x、y、h坐标值分别位于Excel表格中第1、2、3列，即sheet.Cells(i,1)、sheet.Cells(i,2)、sheet.Cells(i,3)，因此p(0)、p(1)、p(2)分别代表各点的y、x、h坐标值
Set point=ThisDrawing.ModelSpace.AddPoint(p)	



str=p(2)	在图中标识各点的高程值
Set texts=ThisDrawing.ModelSpace.AddText(str,p,0.3)	
Next i	
Excel.Quit	退出Excel
End Sub	

表2 确定边界范围主要源代码

主要代码	说 明
Dim sset1 As AcadSelectionSet	
Dim lp0, lp1, lp2, As Variant	
Set sset1=ThisDrawing.SelectionSets.Add("SS1")	设定边界线的选择集“sset1”
lp1=ThisDrawing.Utility.GetPoint(,"边界起始点...")	选择某一测量点作为边界的起始点 (lp1)
lp0(0)=lp1(0):lp0(1)=lp1(1):lp0(2)=lp1(2)	将lp1点坐标值赋予lp0
Do	
lp2=ThisDrawing.Utility.GetPoint(lp1,"逆时针选择下一边界点...")	逆时针方向选择下一测量点作为边界点
If lp0(0)=lp2(0) and lp0(1)=lp2(1) and lp0(2)=lp2(2) Then Exit Do	如果lp2点值与初始点相同，退出边界选择
Set line1 = ThisDrawing.ModelSpace.AddLine(lp1, lp2)	以lp1、lp2为起止点绘边界线
sset1.Select acSelectionSetLast	将该边界线加入至“sset1”选择集中
lp1(0)=lp2(0): lp1(1)=lp2(1): lp1(2)=lp2(2)	将lp2点值赋予lp1，作为新的边界起始点
loop	

## (2) 判断与每一边界相邻的测量点

从表2中的源代码中可知，其边界范围是按逆时针方向依次生成的，按一定方向生成边界可以方便地确定相邻测量点在边界线的某一侧。在确定测量点在边界线的某一侧后，可先以该直线为基准，生成一矩形选择范围，构成一个点的选择集。如该选择集测量点存在，则判断选择集中所有点与边界线所构成的三角形面积，选取面积最小的点视为最近的测量点；如果选择集中测量点不存在，扩大矩形选择范围进一步进行选择。其源程序主要代码如表3所示。

## (3) 在三角形内绘制等高线

确定了最近点 (p0) 后，以边界线的两个端点 (sp, ep) 及最近点 (p0) 组成三角形，沿三角形的每一边进行内分整数点，将相同的整数点 (即同一高程的点) 相连，即形成等高线。源程序代码略。

## (4) 进一步缩小边界范围

将上述三角形除边界线以外的两条边线 (即分别以p0、sp及p0、ep为端点组成的直线) 记录在选择集 “sset1” 中，作为下一个绘制等高线的边界，从而逐渐缩小边界范围，源程序代码略。

表3 确定相临测量点主要源程序代码

主要代码	说 明
Dim sset2 As AcadSelectionSet	
Dim sp(2),ep(2),p0(2),cp(11)As Double	
Set sset2 = ThisDrawing.SelectionSets.Add("SS2")	设定相临点的选择集“sset1”
For Each line0 In sset1	
sp(0)=line0.StartPoint(0):sp(1)=line0.StartPoint(1)	取得每一边界线的端点
ep(0)=line0.EndPoint(0):ep(1)=line0.EndPoint(1)	
ang=ThisDrawing.Utility.AngleFromXAxis(sp, ep)	计算每一边界线的方位角
dis=Sqr((sp(0)-ep(0))^2+(sp(1)-ep(1))^2)	计算每一边界线的长度
sset2.Clear:i=0	
Do	
cp(0)=sp(0)+dis*i*0.5*Cos(ang+3.14159): cp(1)=sp(1)+dis*i*0.5*Sin(ang+3.14159)	以每一边界线为准, 计算矩形选择范围(cp)。
cp(3)=ep(0)+dis*i*0.5*Cos(ang): cp(4)=ep(1)+dis*i*0.5*Sin(ang)	
cp(6)=cp(3)+dis*(i+1)*Cos(ang+3.14159/2#):cp(7)=cp(4)+dis*(i+1)*Sin(ang+3.14159/2#)	
cp(9)=cp(0)+dis*(i+1)*Cos(ang+3.14159/2#): cp(10)=cp(1)+dis*(i+1)*Sin(ang+3.14159/2#)	
cp(2)=0#:cp(5)=0#:cp(8)=0#:cp(11)=0#	
sset2.SelectByPolygon acSelectionSetCrossingPolygon, cp, gpcode, datavalue	以cp点为范围选择点集
If sset2.Count > 2 Then	如果点集存在
For Each point1 In sset2	
p0(0)=point1.Coordinates(0):p0(1)=point1.Coordinates(1): p0(2)= 0	取得每一相临点的坐标
.....	以点sp, ep, p0组成三角形
next point1	计算面积, 取得最小面积的点
Exit Do	
End If	
i=i+1	
Loop	
Next line0	

### 2.3 绘制剖面线

等高线形成后, 欲在等高线某一位置剖切断面线, 可先手工在需要剖切断面位置作一直

线,使该直线与等高线相交,编制宏一一计算每一交点坐标及交点间的相对距离,将交点的相对距离及高程组成新的点集  $(x, h)$ ,并依次相连即可形成剖面线。源程序代码略。

## 2.4 出图

结合成图要求,按比例加上高程注记、图名图号、说明等等,在AutoCAD中绘制出正式地形图与纵横断面图。

## 3 实际工程中的应用

在山西西龙池抽水蓄能电站前期工程施工中,业主要求开工前必须测绘1:200比例尺地形图及断面图。在工期紧、测量点达一万多个的情况下,测量数据用手工绘图等常规方法无法处理,而专业测绘成图软件价格昂贵且无法按本工程的特点进行处理。在AutoCAD的VBA环境下编程,实现水利水电施工区域的测量成图自动化。白天在野外用全站仪采集数据,晚上用微机进行数据处理。这样大大加快了施工测量工作进度,保证了所承建工程的顺利进行。

近一两年来,应用这种方法还完成了新疆伊犁吉林台电站、新疆克拉玛依风城水库、安徽铜陵长江干堤加固等多项工程的施工测量数据处理,均取得了满意成果,业主及监理单位均高度评价此种方法,在保证施工测量进度及工程量计量等方面发挥了较大的作用。

## 4 结语

(1) 以上仅根据笔者的编程体会简要介绍了在AutoCAD的VBA环境下如何实现部分测量绘图自动化的一些基本思路,在上述源代码的基础上再进行代码扩充,即可实现展点、绘制等高线及剖面线的基本功能。如将其代码移植至VB6.0程序开发平台中,同样可以编制出界面非常友好的专业化测量绘图软件。

(2) 由于VBA或VB采用边解释边执行的方式运行,其速度较其它程序开发语言略慢。因此,在绘制等高线时,其测量点不宜过多(一般在3000个点以内),否则随着绘制等高线数量的增加,其速度将明显减慢。如果测量点太多,可先分成数个区域单独进行等高线绘制,最后将各个区域的等高线进行拼接、拟合。

(3) 大量水利水电工程实践表明:在VBA环境下实现小区域的测量成图自动化工作,可以大大降低劳动强度、提高工作效率,满足水利水电工程施工测量进度及成图精度的要求。